Heinrich Hertz
Zum 100. Todestag am 1. Januar 1994

Hans-Günther Wagemann

Würdigung vor den Mitgliedern der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und Gästen am 21. Januar 1994 in der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

Am 1. Januar 1994 haben wir den hundertsten Todestag von Heinrich Hertz begangen. Nur sieben Jahre vor seinem frühen Tode war seine erste grundlegende Arbeit zur freien Abstrahlung elektromagnetischer Wellen erschienen. Über einen Zeitraum von fünf Jahren, zwischen 1887 und 1892, erschienen in rascher Folge seine bahnbrechenden Arbeiten, die die experimentell arbeitende Wissenschaft der Elektrodynamik auf die festen Grundlagen der damals jungen Maxwellschen Theorie stellten. Diese Zeitspanne entspricht ebenfalls dem Beginn der modernen Nachrichtentechnik. Mit seinem Lebenswerk zwischen dem 30. und 35. Lebensjahr hat sich Heinrich Hertz bleibende Verdienste um Physik und Technik erworben. Eine bemerkenswerte inhaltliche Dichte und hohe Vollendung kennzeichnen sein Schaffen, hierin ist er am ehesten Mozart vergleichbar, dem jung-vollendeten Genie der Musik.

Heinrich Rudolf Hertz wurde am 22. Februar 1857 in Hamburg als erstes von sechs Kindern eines Rechtsanwaltes und späteren Justizsenators der Hansestadt geboren. Zu seinen Eltern, besonders zu seiner Mutter behielt er zeitlebens ein inniges Verhältnis, und sie standen ihm und seiner späteren eigenen Familie, ebenso seiner jungen Witwe, mit Rat und Tat zur Seite. Als Kind konnte er seinen Neigungen spielerisch nachgehen. Er eignete sich schon früh handwerkliche Fertigkeiten an, die ihm später bei seinen Experimenten sehr nützlich waren. In der Gewerbeschule, die Hertz sonntags besuchte, übte er sich im geometrischen Zeichnen und baute unter Anleitung einfache Instrumente. Als man einem der Ausbilder, dem Drechslermeister Schulz, später berichtete, daß Hertz Professor geworden sei, meinte er: „Ach, wie schade, was wäre das für ein Drechsler geworden" (zitiert nach H. Falkenhagen). Spielerisch ist in dieser Zeit die Neigung zur Technik entstanden. So ist es verständlich, daß Heinrich Hertz nach der Reifeprüfung am berühmten Johanneum in Hamburg ein Volontariat in einem Bauunternehmen verbringt, bevor er vor dem einjährigen Militärdienst 1876 das Studium des Bauingenieurs am Polytechnikum Dresden beginnt.

Nach dem Militärdienst setzt er die Technikausbildung in München fort. Zweifel kommen auf, ob ihn das Ingenieurstudium mit der nachfolgenden Berufspraxis befriedigen wird. Nach zwei Jahren des Überlegens erhält er von seinem Vater die Erlaubnis, sich fortan der Mathematik und Physik widmen zu dürfen. Er begibt

sich zum Physik-Studium nach Berlin an die Friedrich-Wilhelm-Universität, wo die Physikprofessoren Helmholtz und Kirchhoff auf ihn einen tiefen Eindruck machen. Helmholtz selbst ringt zu dieser Zeit um Verständnis und Prüfung der Maxwellschen Theorie, die von ineinandergreifenden elektrischen und magnetischen Feldern im ganzen Raum ausgeht. Die neuen Vorstellungen von Maxwell sind unvereinbar mit der älteren Theorie von Weber und Neumann, die eine unendlich schnelle Ausbreitung der Wirkung ruhender und bewegter Ladungen annehmen. Helmholtz bewegt die Philosophische Fakultät dazu, eine Preisaufgabe zu stellen, die klären soll, ob der elektrische Leitungsstrom träge Masse besitzt. Nach nur zwei Semestern Physik-Studium wagt sich Hertz an die Preisaufgabe. Er trägt mit seinen Untersuchungen den 1. Preis davon und klärt, daß die Selbstinduktion des den Leitungsstrom begleitenden Magnetfeldes als Trägheitseffekt die Wirkung der trägen Masse weit übertrifft, wenn es sie denn überhaupt gibt. Am 5. Februar 1880 promoviert der Dreiundzwanzigjährige mit einer theoretischen Untersuchung über die Rotation von Metallkugeln im Magnetfeld und erhält das selten vergebene Prädikat „magna cum laude". Der Promotionsausschuß setzt sich zusammen aus den Physikern Helmholtz und Kirchhoff, dem Mathematiker Kummer und dem Philosophen Zeller.

Im August 1880 wird Hertz von Helmholtz eine Assistentenstelle angeboten, und er nimmt hocherfreut an. Die Veröffentlichungen des Jahres 1881 zeigen, daß sein Horizont sich weitet und zu den bekannten Themen der Elektrodynamik nun neue hinzukommen: Beiträge zur Theorie der mechanischen Stöße, zur Materialhärte, zur Feuchtigkeitsmessung, zum Gleichgewicht schwimmender elastischer Platten.

Der nächste Schritt in Hertz' wissenschaftlicher Laufbahn ist die Habilitation. Kirchhoff rät ihm, sich in Kiel zu habilitieren. In der Habilitationsschrift kehrt er zur Elektrizitätslehre zurück: „Versuche über die Glimmentladung" heißt das von E. Goldstein angeregte Thema. Hertz klärt u.a. die Frage, ob derartige Entladungen auch kontinuierlich ablaufen können. Seit den Experimenten von Feddersen, der die Entladung Leydener Flaschen im rotierenden Spiegel beobachtet hatte, wußte man, daß dabei schnelle Oszillationen – bis zu eine Million Schwingungen pro Sekunde – auftreten können. Hier stößt Hertz auf das Thema seines Lebens. Mit Hilfe einer von ihm selbst in wochenlanger Arbeit aufgebauten Akkumulatorenbatterie aus tausend Einzelelementen und einem schnellen Unterbrecher, einem Induktorium, gelingt ihm der Nachweis der Anregung stationärer Schwingungen im Entladungsfunken. Er entwickelt zur Vermessung der schnellen Wechselströme in der Glimmentladung das bis in unsere Zeit benutzte Hitzdrahtamperemeter.

Hertz beginnt an der Universität Kiel mit seiner Vorlesungstätigkeit als Privatdozent für theoretische Physik. Seine bedeutendste theoretische Arbeit wird in Kiel verfaßt „Über die Beziehungen zwischen den Maxwellschen elektrodynamischen Grund-

gleichungen und den Grundgleichungen der gegnerischen Elektrodynamik". Hier entscheidet er sich entschlossen gegen die ältere elektrische Fernwirkungstheorie von W. Weber und F. E. Neumann zugunsten der Theorie von J. C. Maxwell.

Nach seiner Berufung auf ein Ordinariat für Physik an der Technischen Hochschule Karlsruhe im Jahre 1884 kehrt er zurück zur Einheit von experimenteller, theoretischer und angewandter Physik. Aufgrund seiner Neigungen und Befähigung wird er aus diesem Zusammenspiel seine größten Erfolge erzielen. Dafür ist zweifellos auch von Bedeutung, daß (nach eigenem Zeugnis) in Karlsruhe seine „glücklichste Zeit" beginnt. Am 31. Juli 1886 heiratet er in Karlsruhe Elisabeth Doll, die Tochter eines Kollegen.

In der knappen Spanne von fünf Jahren, zwischen 1887 und 1892, publiziert Hertz eine Serie von Arbeiten, die die experimentelle Bestätigung der Maxwellschen Theorie darstellen. Gleichermaßen bewundernswert sind dabei sein experimentelles Geschick und seine große Sicherheit im Umgang mit und in der Entwicklung der mathematischen Form der Maxwellschen Theorie. So verdankt die Wissenschaft ihm sowohl die noch heute gebräuchliche Schreibweise der Maxwellschen Gleichungen mit den wichtigsten dynamischen Lösungen als auch deren experimentellen Beleg durch den Nachweis der Ausbreitung freier elektromagnetischer Wellen. Dabei entwickelt er einen Sender, der aus einer schrittweise verbesserten Antenne besteht, die mit einer Funkenstrecke ausgestattet und zur Anregung mit dem bereits erwähnten Induktorium verbunden ist. Die Antenne ist ein Draht von 1,5 m Länge, an dessen Enden jeweils eine Metallkugel mit 15 cm Radius angebracht wird. Wenn das Induktorium als schneller Stromschalter arbeitet, entstehen Schwingungen mit Wellen von doppelter Antennenlänge. Der Empfänger besteht aus einer ähnlichen Drahtanordnung, anstelle des Induktoriums enthält er lediglich eine Funkenstrecke. Bei Resonanz zwischen Sender und Empfänger beobachtet Hertz einen deutlich sichtbaren Funken im Empfängerkreis, bei seinen ersten Versuchen in eineinhalb Meter Abstand.

An die Versuche von Hertz schließt sich eine stürmische technische Entwicklung an mit dem Ziel, Empfänger und Sender leistungsfähiger und betriebssicherer zu gestalten. Das gelingt später mit der Hochvakuumröhre und schließlich in unseren Tagen mit dem Transistor. Der Weg zur drahtlosen Telegraphie wird durch Heinrich Hertz eröffnet. Die Entwicklung der Technik ist nicht seine Sache; deren Wegbereiter sind Wissenschaftler und Techniker wie G. Marconi, A. Slaby und F. Braun, der den Kristalldetektor erfindet, aber auch A. Popow, der die erste gesprochene Nachricht über 250 Meter im Jahre 1896 überträgt: die Worte „Heinrich Hertz". Die ersten Rundfunksender stehen 1921 in Pittsburgh und 1923 in Berlin, ab 1935 wird in Berlin Fernsehen gesendet. Von der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie gibt es auch Zeugnisse in Brandenburg und Berlin. Eine Gedenktafel an der Sacrower Heilandskirche, vor wenigen Monaten erneuert, weist hin auf die ersten erfolgrei-

chen Übertragungsversuche des TU-Professors Slaby und seines Assistenten Graf Arco im Jahre 1897 über die Havel hinweg.
Kehren wir zur Karlsruher Zeit von Heinrich Hertz zurück. Im Zuge seiner Untersuchungen ist er auf eine fundamentale Entdeckung gestoßen. Er beobachtet 1887, daß an seiner Funkenstrecke die Funken bereits bei geringerer Spannung einsetzen, wenn die Anordnung durch ultraviolettes Licht beleuchtet wird. Diese später als Hertz-Effekt bezeichnete Beobachtung führt direkt zum lichtelektrischen Effekt. Schließlich gelingt Heinrich Hertz noch eine weitere grundlegende Entdeckung. Sie bezieht sich auf den Durchgang und die Streuung von Kathodenstrahlung durch dünne Metallschichten wie z. B. Blattgold.
Diese Vielzahl wichtiger Entdeckungen haben Heinrich Hertz berühmt gemacht. Er erhält Auszeichnungen, ebenso Berufungen auf Lehrstühle in Amerika, nach Gießen, nach Bonn, nach Berlin. Er wird 1889 zum korrespondierenden Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften berufen, auf Vorschlag seines ehemaligen Lehrers H. v. Helmholtz. Hertz entscheidet sich für den Ruf nach Bonn und übersiedelt dorthin Ostern 1889. Seine Gesundheit erweist sich in dieser Zeit als angegriffen: er wird von einem kleinen Leiden nach dem anderen geplagt. Im Sommer 1892 zeigt sich eine gefährliche Kieferinfektion; es folgen Operationen, vorübergehende Besserungen, Rückfälle.
Die Veröffentlichung über den lichtelektrischen Effekt fällt in die Bonner Zeit. Sein Hauptinteresse in dieser letzten Schaffensperiode gehört jedoch dem Ausbau der klassischen Mechanik. In seinem umfangreichen Werk „Die Prinzipien der Mechanik" entwickelt er ein die Fernwirkung ausschließendes System von gegenseitig aufeinander einwirkenden Massen ohne den Begriff der Kraft. Später erst erkennt man in manchen Formulierungen die Vorbereitung von Begriffen der Relativitätstheorie.
Seine Gesundheit und Lebenskraft verfallen. Im August 1893 schreibt er seinen Eltern „Nichts ist schwerer als ein Kampf, den man nicht mehr um den Sieg kämpft, sondern um nicht unanständig zu fallen". Und dann im Dezember 1893 „wenn mir wirklich etwas passiert, so sollt ihr nicht trauern, sondern ein wenig stolz sein und denken, daß ich dann zu den besonders Auserwählten gehöre, die kurz leben und doch genug leben" (zitiert nach M. von Laue). Am Neujahrstag 1894, kurz nach Fertigstellung seiner „Mechanik", schließt Heinrich Hertz, noch keine siebenunddreißig Jahre alt, die Augen für immer. Er hinterläßt seine Frau mit den beiden Töchtern. Daß sich diese drei einige Jahrzehnte später genötigt sehen werden, wegen der Zugehörigkeit zu ihm, dem „Halbarier", Deutschland zu verlassen, hat er nicht geahnt.

Wir gedenken des großen Physikers Heinrich Hertz und ehren in ihm einen der Wegbereiter der modernen Wissenschaft und Technik. Wir gedenken des aufrechten und mutigen Menschen Heinrich Hertz und verneigen uns vor einem Frühvollendeten.

Zitate aus

- Falkenhagen, H., 1957: „Zum 100. Geburtstag von Heinrich Hertz". Wissenschaftl. Annalen 6(1957)4; S. 217–224
- Laue, Max von, 1957: Heinrich Hertz, 1857–1864. In: Die großen Deutschen; Neue Deutsche Biographie 4(1957); S. 103–112

Heinrich Hertz
Stationen seines Lebens 1857–1894

- 22. Februar 1857 geboren in Hamburg als erstes von sechs Kindern
- 1863–1875 Schulzeit mit Abiturabschluß am Johanneum, Berufswunsch: Ingenieur
- 1875–1876 praktische Beschäftigung mit Bautechnik in Frankfurt a.M.
- 1876 Ingenieurstudium am Polytechnikum Dresden
- 1877 Militärdienst bei einem Eisenbahnregiment
- 1877–1878 Studium am Polytechnikum München, mit baldigem Wechsel zur Naturwissenschaft
- 1878–1880 Studium der Physik a. d. Berliner Universität. Seine Lehrer: H. v. Helmholtz, Kirchhoff, Weierstraß u. a.
- 1878–1879 Bearbeitung der Preisaufgabe der Fakultät zur Grundlegung der Elektrodynamik, mit dem 1. Preis ausgezeichnet
- 5. Februar 1880 Dissertationsschrift „Über die Induktion in rotierenden Kugeln" bei H. v. Helmholtz, mit dem seltenen Prädikat „magna cum laude" bewertet
- 1880–1883 Assistent von H. v. Helmholtz a. d. Berliner Universität
- 1881 Publikationen zur Theorie des mechanischen Stoßes sowie zur Härte fester Körper, Erfindung eines Luft-Hygrometers u. a.
- 1883 Habilitationsschrift „Versuche über die Glimmentladung"
- 1883–1884 Privatdozent für theoretische Physik a. d. Universität Kiel
- 1884 Publikationen zur elektrodynamischen Theorie auf der Grundlage der Maxwellschen Gleichungen
- 1884–1894 Ordinarius für Physik a. d. Technischen Hochschule Karlsruhe
- 31. Juli 1886 Ehe mit Elisabeth Doll, aus der zwei Töchter hervorgehen

- März 1887 Publikation „Über sehr schnelle elektrische Schwingungen" mit dem experimentellen Nachweis der Abstrahlung freier elektromagnetischer Wellen, die wichtigste Arbeit von Heinrich Hertz
- Juni 1887 Publikation „Über den Einfluß des ultravioletten Lichtes auf die elektrische Entladung" mit der Entdeckung des lichtelektrischen Effektes
- Februar 1888 Publikation „Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wirkungen" mit dem Ergebnis, daß sich elektromagnetische Wellen mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten
- April 1888 Publikation „Die Kräfte elektrischer Schwingungen behandelt nach der Maxwellschen Theorie" mit der Einführung des (heutigen: Hertzschen) Dipols und des retardierten Vektorpotentials
- November 1888 Publikation „Über Strahlen elektrischer Kraft" mit dem Nachweis der Abstrahlung von elektromagnetischen Wellen, deren Wellenlänge nur noch 40 cm beträgt, sowie deren Vergleichbarkeit mit Lichtwellen
- April 1889 Ruf auf ein Ordinariat für Physik an die Bonner Universität und Übersiedlung dorthin mit seiner Familie; Verschlechterung des Gesundheitszustandes
- 7. März 1889 korrespondierendes Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften auf Vorschlag von H. v. Helmholtz
- März 1890 Publikationen zum Ausbau der Maxwellschen Theorie („Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik ...") mit der Hypothese der Äthertheorie für die Existenz von transversalen elektromagnetischen Wellen
- 1892 Publikation „Über den Durchgang der Kathodenstrahlungen durch dünne Metallschichten" als letzte experimentelle Untersuchung (später fortgesetzt von P. Lenard)
- Juli 1892 starke Verschlechterung der Gesundheit, mit Aussetzen der Vorlesungstätigkeit
- 1893 Buchpublikation „Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt", posthum von P. Lenard herausgegeben (April 1894)
- 1. Januar 1894 Heinrich Hertz stirbt 36jährig in Bonn

Literatur zu Heinrich Hertz und seinem Lebenswerk

- Hertz, H., 1984: Gesammelte Werke. Lenard, P. (Hg.), Bd. I–III, Wiederauflage Vaduz (Sändig-Verlag)
- Hertz, J., 1927: Heinrich Hertz – Erinnerungen, Briefe, Tagebücher. Leipzig (Akadem. Verlagsgesellschaft), 2. erweiterte Auflage Weinheim 1977
- Heinrich Hertz, Festschrift anläßlich der Erforschung der elektromagnetischen Wellen vor 100 Jahren. Heinrich-Hertz-Institut Berlin 1988